



# LES EFFETS DES SÉCHERESSES DE 1973 ET DE 1983-1984 SUR LES PÂTURAGES SAHÉLIENS

**André GASTON**  
**Agropastoraliste CIRAD-EMVT**

In : Atlas d'élevage du bassin du Lac Tchad = Livestock atlas of the Lake Chad basin. De Zborowski Isolde. CIRAD-EMVT-Service Infographie-Cartographie (FRA). Wageningen : CTA, 47-48. ISBN 2-87614-248-1

## Introduction

Il a fallu un certain temps avant que l'instabilité de l'environnement sahélien, consécutive aux effets du climat et de la présence humaine, qui apparaît maintenant si évidente, soit considérée comme inhérente à ces zones marginales.

Plus de vingt ans après la période de sécheresse qui a perturbé, et perturbe encore, le fonctionnement de ces écosystèmes subarides, il est possible d'ébaucher un bilan des réflexions et des connaissances concernant la dynamique de l'environnement sahélien à partir de l'exemple du Tchad.

Historiquement, ce sont les inventaires de la végétation antérieurs à la période de sécheresse qui constituent les acquis les plus anciens, scientifiquement valables, de la base de données qui devra être exploitée pour un suivi de l'évolution à long terme.

## Données historiques

Le niveau du Lac Tchad, par ses transgressions et régressions, est un excellent indicateur indirect des événements climatiques survenus dans sa région, le Sahel.

J.L. SCHNEIDER (1991), P. ROGNON (1991) et J. MALLY (1981) montrent que des phases climatiques sèches ont alterné avec des phases humides. Sans remonter jusqu'au douzième siècle, rappelons les trois dernières transgressions du Lac Tchad :

- celle de la deuxième moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle où le Bahr el Ghazal, un défluent du Lac Tchad, coula jusqu'à Koro-Toro ;
- celle de la période 1851-1874 ;
- celle de l'optimum de remplissage des années 1920-1930.

Les épisodes secs intermédiaires ont été dramatiques :

- 1828-1831 : famine dans le Ouaddaï ;
- 1896 : année de la soif ;
- 1973 et 1985 : sécheresse actuelle au Sahel et assèchement presque total du Lac Tchad.

Il n'y a malheureusement que très peu d'informations sur la végétation. Cependant, on dispose du témoignage de A. CHEVALIER (1908) qui parcourut le Kanem en 1902-1904, c'est-à-dire à la fin d'une période sèche, et qui le décrit comme une région où "les acacias sont peu abondants, sauf l'*Acacia verek* (*A. senegal*). Sur les crêtes, on découvre souvent un horizon très vaste sans un seul arbre ; c'est alors un immense désert de sable, nu en saison sèche, masqué à l'hivernage (saison des pluies) par une végétation herbacée de graminées et des légumineuses".

Dans des travaux publiés en 1937, M. MURAT, prospecteur à l'Office antiacridien, décrit le Kanem doté d'une strate arbustive relativement dense. Les observations contenues dans son travail correspondent à l'optimum des années pluviales de 1920-1930.

C'est pendant cette période favorable, qui s'est poursuivie jusqu'en 1970, qu'ont débuté les inventaires pastoraux du CIRAD-EMVT au Laboratoire de Farcha, à N'Djamena. Basés sur des relevés phyto-écologiques et sur l'utilisation des photographies aériennes, ils ont permis de dresser des cartes des formations végétales et des pâturages des préfectures du Kanem et du Lac au 1/400 000 et au 1/500 000 (A. GASTON, 1966, 1967).

La végétation décrite dans ces travaux est une steppe arbustive à épineux dont la strate herbacée est principalement composée de plantes annuelles, avec cependant quelques graminoides vivaces. Cela paraît proche, pour autant que l'on puisse en juger, de la description de M. MURAT (1937). On peut donc admettre qu'entre le passage de A. CHEVALIER (1902-1903) (en fin d'épisode sec) et celui de M. MURAT (1937) (en plein épisode humide), soit après trente cinq ans, une végétation semblable à celle décrite par A. GASTON (1966, 1967) s'est mise en place.

## Introduction

It was some time before it was realized that the instability of the Sahel environment, following the effects of climate and human presence that is now so evident, is inherent to these marginal areas. More than 20 years after the drought which disturbed, and continues to disturb, the working of these semiarid ecosystems it is possible to outline ideas and knowledge about the dynamics of the Sahel environment, using Chad as an example.

Vegetation surveys dating from before the drought are the oldest scientifically valid data available and these must be used in order to establish long term monitoring.

## Historical data

An indicator of climatic events in the Sahel is the fluctuations in the level of Lake Chad. It has been shown (MALEY, 1981; SCHNEIDER, 1991; ROGNON, 1991) that dry periods have alternated with wet ones. It is possible to trace these as far back as the 12th Century but for illustrative purposes the three high levels of Lake Chad have been the :

- second half of the 18th Century when the Bahr-el-Ghazal, a distributary of Lake Chad, flowed as far as Koro-Toro ;
- period 1851-1874 ;
- highest-ever recorded levels of 1920-1930.

The dramatic dry periods alternating with these have been :

- 1828-1831 when famine reigned in Wadai ;
- 1896, known as the "year of thirst" ;
- and 1973 and 1985, this being the current Sahel drought and corresponding with the almost total drying-out of Lake Chad.

Unfortunately there is very little information on the vegetation during these periods. There is, however, an anecdotal account from Kanem in the period 1902-1904 (CHEVALIER, 1908) at the end of a dry phase :

"there are very few acacias except for *Acacia verek* (now *A. senegal*). From the dune summits one faces an enormous vista without a single tree in sight; it is a sand desert, bare in the dry season but covered in winter (the rainy season) by a field layer of grasses and herbs".

A later account by a locust control officer (MURAT, 1937) described Kanem as having a relatively dense shrub layer in a period corresponding to the height of the wet phase of 1920-1930. It was during this phase, which continued until 1970, that vegetation formation and pasture maps of Kanem and Lake Prefectures were made by Farcha Laboratory at N'Djamena at scales of 1:400 000 and 1:500 000 with the aid of phytocological surveys and aerial photographs (GASTON, 1966; 1967).

The vegetation described on these maps is a thorny shrub steppe with a field layer comprising mainly annuals but with some perennial elements. This description appears similar to the earlier one of the 1930s. It seems possible that in the 35 years between the end of a dry period (CHEVALIER, 1908) and the middle of a wet period (MURAT, 1937) a vegetation similar to that described a further 30 years later (GASTON, 1966; 1967) had become established. As there is no information prior to the visit of CHEVALIER early 20th Century that is to the humid period of the 1850s, it is only possible to say that the "vegetation had recovered".

It can be said with certainty, however, that the woody and herbaceous vegetation of the Sahel is extremely well adapted to the alternating wet and dry periods that are known to have occurred since the 18th Century (SCHNEIDER, 1991). This most important faculty has been confirmed by the most recent observations, including those made since the last drought.





Faute d'information antérieure au passage de A. CHEVALIER, c'est-à-dire concernant la période humide de 1850, on ne peut écrire que la "végétation s'est reconstituée".

Toutefois, une conclusion s'impose, l'alternance d'épisodes secs et humides, décrits par J.L. SCHNEIDER (1991) depuis le début du XVIII<sup>e</sup> siècle, indique que la végétation sahélienne, tant herbacée que ligneuse, présente une remarquable adaptation à ces conditions extrêmes. Cette très importante faculté a été confirmée par les observations les plus récentes, y compris celles postérieures à la dernière période de sécheresse.

### La végétation du Kanem avant la sécheresse

Si on se réfère aux définitions édictées à Yangambi (TROCHAIN, 1957), en 1964, et en 1937 sans aucun doute, le Kanem était couvert "d'une steppe arbustive à *Acacia* et *Balanites*, avec un tapis herbacé dominé par des espèces annuelles dont la hauteur était inférieure à 80 centimètres". Les graminéoïdes vivaces n'y étaient pas rares, au point de former dans la partie sud une (quasi-) savane herbeuse (A. Gaston, 1966,1967).

La limite nord de cette végétation "steppique" se situait approximativement sur le parallèle 15° 30' N, donc excluait l'Eggy. Elle était marquée par l'apparition, sur son côté nord, d'un végétal indicateur commode : le Had, *Cornulaca monacantha*, chenopodiacée ligneuse de zone désertique.

La végétation dans les préfectures du Kanem et du Lac pouvait sommairement se décrire ainsi :

- plateaux sableux septentrionaux caractérisés par *Acacia raddiana* et *Balanites aegyptiaca* et des herbacées vivaces : *Cyperus jeminicus*, *C. conglomeratus*, *Cymbopogon proximus*, *Aristida pallida* et *A. longiflora*, dont le recouvrement atteignait 20 à 30 p. 100 ; plusieurs faciès y avaient été distingués. Les graminées annuelles les plus abondantes étaient : *Aristida funiculata*, *A. mutabilis*, *Schoenefeldia gracilis*, *Chloris* spp. et *Cenchrus biflorus* ;

### The vegetation of Kanem before the drought of 1973

In the terminology of the Yangambi Convention (TROCHAIN, 1957), Kanem vegetation in 1964, and also in 1937, was "an *Acacia*-*Balanites* shrub steppe with a field layer dominated by annuals of a height of less than 80 cm". Perennials in the field layer were not uncommon and in the southern part of the zone almost constituted an herbaceous savanna (GASTON, 1966; 1967).

The northern limit of this "steppe" vegetation was at about 15° 30' N and thus excluded the Eggy. This limit was marked by the appearance of a distinctive indicator species, a desert-dwelling woody member of the *Chenopodiaceae* known as 'had' (*Cornulaca monacantha*).

Vegetation in the Kanem and Lake Prefectures could be briefly described under three headings :

- northern sandy plateaux with *Acacia raddiana* and *Balanites aegyptiaca* and a perennial field layer of 20-30 per cent ground cover comprising *Cyperus jeminicus*, *C. conglomeratus*, *Cymbopogon proximus*, *Aristida pallida* and *A. longiflora* with several subtypes of formation. The most common annual grasses were *Aristida funiculata*, *A. mutabilis*, *Schoenefeldia gracilis*, *Chloris* spp. and *Cenchrus biflorus* ;
- the Harr southern sandy plateaux with no shrub layer and a perennial field layer of 50 per cent ground cover dominated by *Hyperthelia dissoluta*, *Aristida longiflora*, *Cymbopogon giganteus*, *Andropogon gayanus* and *Cyperus conglomeratus* ;
- the Manga and the northern undulating dunes of thorny shrub steppe and a perennial field layer of *Panicum turgidum*, *Aristida pallida*, *Cymbopogon proximus*, *Cyperus conglomeratus* and *C. jeminicus* with a cover of 15-50 per cent and comprising several subtypes.

Twenty vegetation types were identified and plotted on the 1:500 000 scale maps.

Dry matter availability varied between 400 kg/ha and 1 000 kg/ha.



Photo 1 : Vue de l'ouaddi de Zigey, août 1964 (cliché, A. GASTON).  
Photo 1 : View of ouaddi of Zigey, August 1964 (Photo, A. GASTON).



Photo 2 : Vue de l'ouaddi de Zigey, novembre 1975 (cliché, A. GASTON).  
Photo 2 : View of ouaddi of Zigey, November 1975 (Photo, A. GASTON).



Photo 3 : Vue de l'ouaddi de Zigey, juin 1991 (cliché, A. GASTON).  
Photo 3 : View of ouaddi of Zigey, June 1991 (Photo, A. GASTON).



- plateaux sableux méridionaux du Harr, dépourvus d’arbustes, avec une strate herbacée vivace dont le recouvrement atteignait 50 p. 100 ; y dominaient *Hyperthelia dissoluta*, *Aristida longiflora*, *Cymbopogon giganteus*, *Andropogon gayanus* et *Cyperus conglomeratus* ;

- dunes du Manga et ondulations dunaires du Nord portant des steppes arbustives à épineux, avec également des herbacées vivaces telles que *Panicum turgidum*, *Aristida pallida*, *Cymbopogon proximus*, *Cyperus conglomeratus* et *C. jeminicus*. Le recouvrement était de 15 à 50 p. 100 et plusieurs faciès pouvaient y être distingués.

Vingt formations végétales ont été identifiées et représentées sur la carte à 1/500 000.

Le disponible fourrager variait de 400 à 1 000 kilos par hectare de matière sèche. Avec 1 055 000 Unité Bétail Tropical (UBT, que le CIRAD-EMVT définit comme un “bovin adulte de 250 kg de poids vif”) dans les deux préfectures en 1966 pour 90 000 kilomètres carrés soit une UBT pour 8,5 hectares, on avait considéré “que le cheptel optimum du Kanem-Lac est atteint, son (éventuel) accroissement devant être contrôlé en fonction des pâturages. Une saison des pluies très déficitaire est toujours à craindre surtout survenant après une ou plusieurs bonnes années consécutives” (A. GASTON, 1966).

### Après la sécheresse de 1973

Sur le terrain, les effets de la sécheresse ont été spectaculaires (A. GASTON, D. DULIEU, 1976). Sur l’ensemble des deux préfectures, beaucoup de ligneux sont morts. Dans la région de Hacha et entre Rig-Rig et Nokou, tous les ligneux ont disparus, ainsi que les herbacées vivaces : les faciès qu’elles caractérisaient n’existent plus ; il y a uniformisation des types de végétation. De plus, en de nombreux endroits et en particulier ceux cités ci-dessus, le sable a été remanié, s’accumulant sur des obstacles constitués par les arbres morts et couchés.

Après actualisation des travaux précédents, grâce à un échantillonnage par photographies aériennes effectué spécialement en 1974, la nouvelle carte à 1/500 000 ne contient plus que huit types de végétation, et la limite nord du Sahel se situe au 15<sup>e</sup> parallèle, ce qui indique un recul de 50 kilomètres vers le sud.

Le disponible fourrager, après la saison des pluies de 1975, variait de 250 à 1 000 kilos par hectare, production relativement satisfaisante, mais elle ne concernait plus que 78 p. 100 de la surface couverte par les pâturages de 1964-1965, les 22 p. 100 restant étant dépourvus de végétation.

Les calculs effectués à l’issue de ce travail montrent que les pâturages des préfectures du Kanem et du Lac ne pouvaient plus supporter qu’à peine les deux tiers du nombre d’UBT hébergées avant la sécheresse.

### Après 1985

Les troubles intérieurs survenus au Tchad n’ont pas permis d’effectuer un suivi régulier de la végétation des préfectures du Kanem et du Lac, sur la base des données antérieures.

Cependant, en 1988, après la “deuxième vague de sécheresse”, et à la faveur d’une brève mission sur le terrain, A. GASTON observe qu’il y a eu dégradation par rapport à la situation de 1975.

Notons qu’il n’a pas été possible de dire s’il y a eu rémission entre 1975 et 1983-1984. Quoi qu’il en soit, en 1988 l’état de la végétation est plus dégradé qu’en 1975. La limite nord du Sahel n’atteint que le parallèle 14° 30’, soit un nouveau recul de 50 kilomètres.

Les peuplements arbustifs continuent de dépérir. Sur de grandes étendues *Acacia raddiana*, *Balanites aegyptiaca* étaient morts. En revanche, *Leptadenia pyrotechnica*, asclépiadacée buissonnante, envahit le Kanem, même sur le plateau du Harr, où les graminoides vivaces sont toujours absentes. De plus, des traces d’un remaniement éolien récent sont nettement visibles ; cela se traduit par la présence de sable non fixé, d’une dizaine de centimètres d’épaisseur, sur la surface ancienne indurée.

Au contraire, en 1991, les observations ont montré un ralentissement, voire un arrêt, des effets de la sécheresse. A. GASTON (1991) note que le sol est à nouveau fixé et qu’il n’y a pas de nouvelles mortalités de ligneux. A Nokou, où en 1975 il n’y avait plus de ligneux adultes,



Photo 4 : *Balanites aegyptiaca* déchaussé par l’érosion (cliché, A. GASTON).

Photo 4 : *Balanites aegyptiaca* bare footed by erosion (Photo, A. GASTON).

With a total of 1 055 000 TLUs<sup>1</sup> on 90 000 km<sup>2</sup> (a stocking rate of 8.5 ha/TLU) in Kanem and Lake Prefectures in 1966 it was considered that the “maximum stocking rate in Kanem and Lake Prefectures has been reached and any possible future increases in numbers must be regulated in relation to feed availability. A very poor rainy season is always a danger, especially if it follows one or several good rainfall years” (GASTON, 1966).

### The vegetation of Kanem after the drought of 1973

The effects of the drought seen on the ground were spectacular (GASTON and DULIEU, 1976). Over the whole of the two Prefectures there were many dead trees. Around Hacha and between Rig-Rig and Nokou, all woody species had disappeared, as had the Perennials of the field layer. No subtypes of formation remained and there was a general uniformity of appearance. In many places, and especially those listed above, sand had been blown and heaped against the dead and fallen trees.

A redrawn 1:500 000 map based on specially-flown aerial photographs taken in 1974 showed only eight vegetation formations. The northern limit of the Sahel had moved 50 km to the south to 15° N.

Available dry matter following the rains of 1975 varied from 250 kg/ha to 1 000 kg/ha but this was on only 78 per cent of the pasture area of 1964-1965. The remaining 22 per cent was completely devoid of vegetation.

Calculation done show that the pasturlands of Prefectures areas have a carrying capacity limited to 66 percent of the livestock fed prior the drought.

### The vegetation of Kanem after 1985

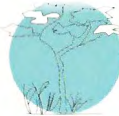
The unrest in Chad during the early 1980s did not allow regular monitoring of the vegetation during this period. A brief mission made in 1988, after the “second wave of drought” showed degradation to be more advanced than in 1975. It is not possible to say if there had been any improvement in vegetation between 1973 and 1983-1984. What was clear, however, was that there had been a further retreat of 50 km by the northern limit of the Sahel to 14° 30’N.

The woody layer was continuing to be depleted. There were dead *Acacia raddiana* and *Balanites aegyptiaca* over large areas. The shrubby *Leptadenia pyrotechnica* (Asclepiadaceae) had invaded Kanem and even the Harr Plateau, where there was still no perennial field layer. In addition, there was clear evidence of wind erosion in the presence of blown sand some 20 cm deep on former indurated areas.

In 1991 there were signs of a slowing down or even a cessation of the effects of the drought (GASTON, 1991). Soil was again stabilized and there were no further dead trees. At Nokou, where there were no mature trees in 1975, *Acacia raddiana* had reappeared at a density of 1-2 trees/ha, these certainly resulting from young surviving seedlings now benefitting from a better climate and lack of competition for water. The same thing is happening on the Zigey wadi bank, as can be seen in photographs n° 1, 2 and 3.

<sup>1</sup> TLU = Tropical Livestock Unit of 250 kg live weight equivalent.





*Acacia raddiana* est présent, avec une densité de l'ordre de un à deux individus à l'hectare, provenant certainement de jeunes sujets qui ont résisté et se développent maintenant à la faveur d'une rémission climatique et en l'absence de concurrence pour l'eau. Il en est de même pour la pente de l'ouadi (dépression) de Zigey, comme le montrent les photographies n° 1, 2 et 3.

Les graminées vivaces n'ont pas retrouvé leur taux de recouvrement de 1964 ; elles ne sont présentes qu'à l'état d'individus isolés, sauf *Panicum turgidum* qui s'est beaucoup développé, surtout dans la moitié ouest du Kanem. La savane herbeuse du Harr, où la densité de *Leptadenia pyrotechnica* s'est considérablement réduite, ne s'est pas reconstituée, bien que l'on trouve quelques herbacées vivaces isolées.

### Conclusion sur l'évolution de la végétation

On peut affirmer que le Kanem était dépourvu de plantes arbustives au début du siècle et qu'une strate ligneuse s'est constituée (ou reconstituée ?) de 1900 à 1937 corrélativement à l'installation de graminéoïdes vivaces. Ces formations végétales se sont maintenues jusqu'en 1965 environ.

Puis, de 1965 à 1991, dans les préfectures du Kanem et du Lac, on assiste à :

- une régression de la surface occupée par la végétation sahélienne dont la limite nord passe du parallèle 15°30' en 1965 au parallèle 14°30' ;

- une uniformisation de la végétation. La carte correspondant aux années 1964-1965 représente vingt types de végétation, celle de 1975 (1976) n'en mentionne plus que huit. L'uniformisation est due principalement à la mortalité des graminéoïdes vivaces et à leur remplacement par quelques annuelles qui dominent dans toute la zone.

Faute d'observations régulières, on ne peut évaluer avec certitude la réaction de la végétation après 1975, mais seulement penser que la deuxième vague de sécheresse a accentué les effets de la première et que depuis ces dernières années on assiste à une stabilisation, voire aux prémices d'une régénération végétale.

Face aux aléas climatiques, à l'évolution de la végétation, qui peut, maintenant, être suivie grâce aux technologies satellitaires et à des observations de terrain adaptées, le laboratoire de Farcha a mis en place le Réseau d'observation des pâturages naturels (R.O.PA.NAT) en coordination avec la Direction de l'élevage.

Ce réseau, créé en 1988, a pour objectif d'évaluer annuellement la productivité végétale primaire et de réaliser, à travers un maillage de sites primaires et secondaires, un suivi qualitatif et quantitatif de l'évolution des écosystèmes pastoraux.

Il doit permettre de qualifier et quantifier leur évolution à très court terme (alerte rapide) et à moyen terme (élaboration de stratégies d'adaptation ou de lutte).

Perennial grasses have still not achieved the amount of ground cover they had in 1964. They are now seen only as isolated individuals, except for *Panicum turgidum* which has regenerated well, especially in the western half of Kanem. The Harr grass savanna, where *Leptadenia pyrotechnica* is now much reduced, has not regenerated well even though there are some isolated perennial herbs.

### Conclusion on the vegetation evolution

It can be said that Kanem had no shrub cover at the beginning of this century. A woody stratum developed (or redeveloped?) between 1900 and 1937 concurrent to the establishment of a perennial field layer. These latter formations were present until about 1965.

From 1965 to 1991, events in Kanem and Lake Districts were :

- a southward shift in the area occupied by Sahelian vegetation from a northern limit of 15° 30'N to 14° 30'N ;
- a reduction in vegetation types, from 20 in 1964-1965 to eight in 1975, mainly due to loss of the perennial field layer and replacement over the whole area by annuals.

Because there is a lack of continuous data it is not possible to say what happened to the vegetation after 1975. It can be assumed, however, that the second wave of drought accentuated the effects of the first. In the most recent years the situation seems to have stabilized or has even begun to improve again.

In view of the climatic variation and changes in vegetative cover (which can now be studied by satellite imagery and appropriate ground controls) the Farcha Laboratory has established the Réseau d'Observation des Pâturages Naturels (ROPANAT - Natural Pastures Study Network) in collaboration with the Livestock Department.

The Network, established in 1988, aims to evaluate primary productivity on an annual basis by means of a series of primary and secondary sites for monitoring pastoral ecosystems.

This should allow identification of qualitative and quantitative short (early warning) and medium (development of adaptive and control strategies) term changes in vegetation.

#### Bibliographie

CHEVALIER A., 1908 - L'Afrique centrale française, récit de voyage de la Mission Chari-Tchad 1902-1904. Paris, A. Challamel.

GASTON A., 1966 - Etude agrostologique du Kanem (Rép. du Tchad) Etude agrostologique n° 11, 176 p., 1 carte couleur à 1/400 000 Maisons-Alfort, IEMVT.

GASTON A., 1967 - Etude agrostologique du Kanem. Préfecture du Kanem au sud du 16ème parallèle et Préfecture du Lac (Rép. du Tchad). Etude agrostologique n° 19, 147 p., 1 carte couleur à 1/500 000 Maisons-Alfort, EMVT.

GASTON A., DULIEU D., 1976 - Effets de la sécheresse de 1973 sur les pâturages du Kanem-Lac (Rép. du Tchad). Comparaison avec les études de 1964 et 1966 Actualisation de la carte, 1 carte couleur à 1/500 000 Maisons-Alfort, IEMVT.

GASTON A., 1988 - Rapport de mission au Tchad du 25 janvier au 10 février 1988, Maisons-Alfort, CIRAD-IEMVT, 22 p.

GASTON A., 1991 - Rapport de mission auprès du Réseau d'observation des pâturages naturels (RO.PA.NAT.) N'Djaména. Projet national d'élevage, Maisons-Alfort, CIRAD-EMVT.

MALEY J., 1981 - Etudes palynologiques dans le Bassin du Tchad et paléoclimatiques de l'Afrique nord-tropicale de 30 000 ans à l'époque actuelle. Bondy Travaux et documents de l'ORSTOM n° 129.

MURAT M., 1937 - Végétation de la zone prédésertique de l'Afrique centrale (Tchad) Bull Soc Hist Nat Af du Nord Alger 1937, 28: 19-83.

ROGNON P., 1991 - Les sécheresses au Sahel replacées dans l'évolution climatique des vingt derniers millénaires. Sécheresse 1991 ; 2 : 199-210.

SCHNEIDER J.L., 1991 - Les principaux événements hydroclimatiques survenus en Afrique sahélo-saharienne depuis 1200 A.D. C.R. Acad Sci Paris 1991; 312; II: 3-96.

TROCHAIN J.L., 1957 - Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique intertropicale Brazzaville 1957 Bull Inst Etude centrafricaines, 13-14: 139-157.